



## **BioCentric Lighting ja liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysinen suorituskyky, kofeiinin sekä alkoholin käyttö ja koettu vireystila**

Vili Kovalainen

Haaga-Helia ammattikorkeakoulu

Amk-opinnäytetyö

2022

Liikunnan- ja vapaa-ajan koulutusohjelma

## Tiivistelmä

<b>Tekijä(t)</b> Vili Kovala
<b>Tutkinto</b> Liikunnanohjaaja
<b>Raportin/Opinnäytetyön nimi</b> BioCentric Lighting ja liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysinen suorituskyky, kofeiinin sekä alkoholin käyttö ja koettu vireystila
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 20 + 3
<p>Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia BrainLit Ltd luomaa BioCentric Lighting -valaistusjärjestelyn merkitystä ja sen tuomia hyötyjä urheilijoille. Tutkimus koostui kahdesta erillisestä testijaksosta, kontrolli- ja koejaksosta. Kontrollijaksolla valoaltistusta ei ollut lainkaan ja koejaksolla koehenkilöt altistettiin BCL-valaistukselle. BCL-valaistusjärjestelyn tuomia mahdollisia hyötyjä tutkittiin usealla eri mittarilla, jotta voitiin tehdä johtopäätöksiä sen merkityksestä ja hyödyistä urheilijoille. Hyötyjä tarkasteltiin erityisesti urheilijan suorituskyvyn ja koetun vireystilan näkökulmasta. Koettua vireystilaa mitattiin kyselymatriiseilla, jotka koehenkilöt täyttivät itsenäisesti. Urheilijan suorituskyvyn muutoksia mitattiin fyysisten testien avulla. Näin saatiin kattava määrä dataa sekä kontrolli-, että koejaksolta (BCL). Saatujen tulosten perusteella voitiin vertailla tutkimusjaksojen tuloksia ristiin.</p> <p>Tutkimuksen koehenkilöinä toimivat Haaga-Helian ammattikorkeakoulun Vierumäen kampuksen liikunnanohjaajaopiskelijat. Tutkimus koostui kahdesta erillisestä testijaksosta. Testijaksot sijoittuvat normaalille talvipäiväajalle, joten hetki oli otollinen tutkimuksen toteuttamiseen päivänvalon vähäisyyden vuoksi. Kontrollijaksolla vallitsivat normaalit Suomen talviajanjakson valaistusolosuhteet. Koejaksolla BioCentric Lighting -valaistusjärjestelyn avulla koehenkilöille luotiin kesäajan päivänvaloa vastaavat olosuhteet. Molempien jaksosten aikana koehenkilöt osallistuivat aamu-, päivä-, sekä jaksokyselyjen täyttämiseen ja fyysistä suorituskykyä mittaaviin testeihin.</p> <p>Nautintoaineiden saanti pysyi samankaltaisena sekä kontrolli- että koejaksolla. Harjoittelussa testijaksosten aikana nähtiin eroja, sillä koejaksolla koehenkilöt lepäsivät kontrollijaksoa enemmän. Kontrolli- ja koejakson aikana tehtyjen fyysisten testien ristiin vertailulla löydettiin positiivinen testituloksia tarkasteltaessa positiivinen muutos löydettiin kevennyshypyn akuutissa vasteessa (<math>P = 0,080</math>). Vireystilan mittauksissa ei löytynyt merkitsevää eroa kontrolli- ja koejakson välillä (<math>P = 0,831</math>).</p>
<b>Asiasanat</b> kirkasvalo, kofeiini, alkoholi, liikunnanohjaaja, vireystila, suorituskyky, urheilija

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Käsitteet.....	1
2	Valo ja sen vaikutukset suorituskykyyn ja vireystilaan .....	3
3	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat .....	7
4	Tutkimuksen menetelmät .....	9
4.1	Tutkimusryhmän kuvaus .....	9
4.2	Tutkimusasetelma.....	9
4.3	Kyselyn ja mittausten sisältö .....	12
4.4	Tilastollinen tarkastelu.....	12
5	Tutkimustulokset .....	14
5.1	Fyysisen suorituskyvyn ja vireystilan mittaustulokset .....	14
5.2	Kofeiinin käyttö tutkimuksen aikana .....	16
5.3	Alkoholin käyttö tutkimuksen aikana.....	17
5.4	Harjoittelun määrä kontrolli- ja koejaksolla .....	18
6	Johtopäätökset.....	19
7	Pohdinta.....	20
	Lähteet .....	22
	Liitteet.....	24
	Liite 1. Väli­raportti .....	24

# 1 Johdanto

Huippu-urheilun nykymaailmassa tavoitellaan jatkuvasti uusia huipputuloksia. Kun puhutaan huippu-urheilusta, niin jokainen sekunti ja sentti on tärkeä. Teknologian avulla halutaan kehittää huippu-urheilijoiden suorituskykyä ja auttaa saavuttamaan uusia ennätyksiä sekä huipputuloksia. Tutkimukset osoittavat, että teknologialla on kaikki edellytykset tukea urheilijoiden oppimista ja parantaa heidän suorituskykyään. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan BCL-valaistusjärjestelyn mahdollisia akuutteja sekä pitkäkestoisia hyötyjä maksimaalisen suorituskyvyn, koetun vireystilan ja koetun palautumisen kannalta.

Teknologia pyrkii luomaan urheilijoille optimaaliset harjoitus- ja kilpailuolosuhteet. BrainLit Ltd haluaa edistää urheilijoiden suorituskykyä, vireystilaa sekä palautumista BioCentric Lighting (BCL) -menetelmällä. BCL-valaistusjärjestelyn tarkoituksena on tukea normaalia 24 tunnin vuorokausirytmisiä ja luoda urheilijoille mahdollisimman optimaaliset olosuhteet parhaan suorituskyvyn, vireystilan ja palautumisen saavuttamiseksi (BrainLit, Ltd 2021a).

Useat urheilijat saavuttavat maksimaalisen suorituskyvyn potentiaalinsa ilta- ja aamun välillä. Tutkimuksen mukaan huippu-urheilijoiden altistaminen 120 minuutiksi kirkkaalle tai siniselle valolle lisäsi urheilijoiden maksimaalista suorituskykyä 40 minuutin polku- ja pyöräergometritestissä (Knaier ym. 2017, 2). Edellä mainitussa tutkimuksessa tuodaan myös ilmi mahdollisia hyötyvaikutuksia suorituskyvyn akuuttiin parantumiseen.

Tämä opinnäytetyö toteutetaan toimeksiantona ruotsalaiselle BrainLit terveysteknologian yritykselle. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää BrainLitin päivänvaloa imitoivan BioCentric -valaistusjärjestelyn hyötyjä urheilijoille. Toimeksiantajalle on tarkoitus koota lisää arvokasta tietoa BCL-valaistusjärjestelyn hyödyistä, sillä vastaavia tutkimuksia on tehty vasta muutamia. Tutkimuksen tavoitteena on tehdä johtopäätöksiä BCL-valaistusjärjestelyn vaikutuksista liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysiseen suorituskykyyn, koettuun vireystilaan ja koettuun palautumiseen.

## 1.1 Käsitteet

BrainLit Ltd:

BrainLit Ltd on ruotsalainen terveysteknologian yritys. BrainLitin tavoitteena on parantaa ihmisten elämänlaatua valaistuksen avulla. BrainLitin kehittämä BioCentric Lighting on edistynyt, palautteeseen pohjautuva ja itseoppiva valaistusjärjestely, joka pohjautuu maailmanlaajuisesti ainutlaatuisen patenttiin. BrainLit haki ensimmäisen patenttinsa vuonna 2012. Tällä hetkellä BrainLit omistaa viisi patenttia ja keskittää toimintaansa erityisesti päämarkkina-alueille Ruotsiin, Suomeen ja Yhdysvaltoihin (2021b, BrainLit Ltd). BrainLitin

vision mukaan yrityksen tarkoituksena on edistää ihmisten terveyttä, hyvinvointia ja kognitiivista suorituskkyä sekä unen laatua.

BioCentric Lighting™:

BioCentric Lighting™ on BrainLit Ltd:n kehittänyt valaistusjärjestely. BioCentric Lighting™ on tällä hetkellä ainoa markkinoilla oleva valaisujärjestelmä, joka pystyy täysin jäljittelemään normaalia vuorokausirytmää ja synkronoimaan biologiset tarpeemme auringon kanssa (2021b, BrainLit Ltd).

Loppuspurtti (end-spurt):

Loppuspurtilla tarkoitetaan urheiluosuituksen tai testin loppuvaiheessa olevaa huippukoh-  
taa, kun urheilija puristaa kaiken itsessään jäljellä olevan energian ja voiman suoritukseseen.

Koettu vireystila:

Tutkimuksessa koettu vireystila perustuu koehenkilön subjektiiviseen itsearvioon päiväi-  
kaisen väsymyksen tunteen, koetun yön laadun ja koetun stressin määrästä. Tutki-  
muksessa koettua vireystilaa mitattiin aamukyselyillä. Aamukyselyjen perusteella voidaan  
tehdä johtopäätöksiä koehenkilöiden koetusta vireystilasta. Koehenkilöt opastettiin teke-  
mään kaikki vireystilaan liittyvät mittaukset itsenäisesti, ilman ulkopuolisen henkilön puu-  
tumista.

Sirkadinen rytmi eli vuorokausirytmä:

Sirkadinen rytmi eli vuorokausirytmä perustuu valon ja pimeyden vaihteluun. Sen säätely  
tapahtuu hypotalamuksessa. Vuorokausirytmä on hieman yli 24 tunnin mittainen. Talven  
tullen sirkadinen rytmi hieman pitenee valon vähäisyydestä johtuen. Kesällä valoa on saa-  
tavilla enemmän. Siksi sirkadinen rytmi lyhenee kesällä hieman (Kajaste & Markkula  
2011, 23–24).

Homeostaasi:

Tasapainotilan ylläpitämistä kuvataan homeostaasiksi. Unen homeostaattinen säätely pyr-  
kii tunnistamaan unen tarpeen. Mitä pitempään olemme valveilla, sitä suuremmaksi uni-  
paine kasvaa ja tulee tarve nukahtaa (Kajaste & Markkula 2011, 26–27). Homeostaasi on  
määritelty kolmella eri kriteerillä:

- 1) unen paineen tai unialttiuden lisääntymisen tulee johtaa homeostaattiseen säätelyyn
- 2) homeostaattiseen säätelyyn tulee vaikuttaa aivojen alueisiin ja hermosoluihin, jotka sää-  
televät uni-valverytmiä
- 3) homeostaattisen säätelyn pitäisi edistää unta (Alcohol. 2015)

## 2 Valo ja sen vaikutukset suorituskykyyn ja vireystilaan

Valolla on todettu olevan suuri merkitys ihmisten fysiologiaan ja käyttäytymiseen. Valo säätelee ihmisen vuorokausirytmii, unirytmii, vireystilaa ja fyysistä suorituskykyä. Lisäksi valolla on suora vaikutus kehon lämpötilaan sekä melatoniinin ja kortisolin tuotantoon. 2000-luvun maailmassa valoa on saatavilla jatkuvasti ja sen runsas saanti vaikuttaa koko maailman väestöön. Valo ei ole ainoastaan vuorotyöläisien ja eri aikavyöhykkeiden läpi matkustavien ihmisten ongelma, sillä se aiheuttaa haasteita meille kaikille. Valoa tulee jatkuvasti käyttämistämme laitteista, kuten älypuhelimista, televisioista ja tietokoneista. Kun näitä laitteita käytetään myöhään illalla, se voi vaikuttaa negatiivisesti vuorokausirytmii säätelyyn. Vuorokausirytmii jatkuva häiriintyminen voi pitkällä aikavälillä aiheuttaa jopa sydän- ja verisuonitautiin sairastumisen (Fisk AS ym. 2018).

Suprakiasmaattinen ydin toimii ihmisen vuorokausirytmii säätelijänä. Vuorokausirytmii on noin 24 tunnin mittainen. Suprakiasmaattinen ydin sijaitsee aivojen hypotalamuksessa. Ydin säätelee ihmisen vuorokausirytmii myös ympäristön mukaan. Se käyttää hyväkseen päivää ja yötä sekä valaistusolosuhteita. On tehty useita löydöksiä, joiden mukaan valo vaikuttaa vuorokausirytmiiin (Postolache & Oren, 2005). Tästä esimerkkinä on eräs hyvin suunniteltu tutkimus, jossa koehenkilöt altistettiin valolle 7000–12000 luksin kirkkaudella viiden tunnin ajan. Tätä seurasi seitsemästä kahdeksaan tunnin mittainen yöunen jakso täydellisessä pimeydessä 12 tuntia myöhemmin. Kyseinen testaus tapahtui yhtäjaksoisesti kolmen päivän ajan, jonka jälkeen sen vaikutuksesta vuorokausirytmiiin muutokseen voitiin tehdä johtopäätöksiä. Johtopäätöksenä todettiin, että jopa 6–12 tunnin mittaiset muutokset vuorokausirytmiiin olivat mahdollisia, kun altistus toteutettiin kehon lämpötilan ollessa matalimmillaan (Postolache & Oren, 2005).

Päivän aikana vireystila voi muuttua joko vuorokausirytmii mukaan tai valoaltistuksen myötä. Liikunnalliset suoritukset voivat kohottaa vireystilaa. Vireystilalla on suuri merkitys kognitiivisten eli tiedollisten toimintojen oppimiseen. (Fisk AS ym. 2018). Vireystila ja uni liittyvät vahvasti toisiinsa. Herätessä vireystila alkaa kasvaa ja myöhemmin päivän aikana se jälleen laskee iltaa kohden edetessä. Mikäli ilta-aikaan altistuu kirkkaalle valolle esimerkiksi television katsomisen myötä, voi vireystila pysyä edelleen korkealla, melatoniinin tuotanto häiriintyä ja vuorokausirytmii siirtyä (Postolache & Oren, 2005).

Kofeiinia saa lähes tulkoon kaikkialta, vaikkakin sen pääasiallisena lähteenä on kahvi. Myös kolajuomat sekä suklaa sisältävät kofeiinia. Arjessa kofeiinia tulee nautittua jopa vahingossa. Sen lisäksi, että kahvi on nautintoaine, siitä on tullut tehon lisääjä. Urheilijat hakevat sillä lisätehoa suorituksiinsa ja harjoitteluunsa. Erityisesti hyvinvointijuomina markkinoituid energijuomat ovat nuorison ja nuorten aikuisten suosiossa. Kyseiset juomat eivät

useimmiten sisällä lainkaan sokeria, mutta jo yksi tölkki (0,33 l) voi sisältää jopa 180–200 mg kofeiinia. Yksi kahvikupillinen (2 dl) vaaleapaahtoista kahvia vastaa noin 80 mg kofeiinia (Ruokavirasto 2018).



Kuva 1. Kofeiinin määrä juomissa ja suklaassa (Ruokavirasto 2018). Kuvassa näkyvät arvot vaihtelevat erityisesti kahvin osalta, sillä kahvin laadulla ja paahtoasteella on merkitystä sen sisältävään kofeiinin määrään. Tässä opinnäytetyössä on käytetty suomalaisen vaaleapaahtoisen kahvin sisältämää kofeiinin määrää eli 80 mg/dl.

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto Efsa teki kofeiinin käytöstä ja sen vaikutuksista laajan tutkimuksen, joka julkaistiin vuonna 2015. Tutkimuksessa kerrotaan laajalti kofeiinin turvallisista ja haitallisista määristä eri käyttäjäryhmille. Tutkimuksen mukaan kerralla nautittava kofeiiniannos voi olla maksimissaan 200 mg (eli noin 3 mg/kg kohti 70-kiloiselle aikuiselle) eikä se aiheuta minkäänlaisia terveysriskejä. Maksimisuositus aikuiselle on 400 mg kofeiinia päivässä. (Scientific Opinion on the Safety of Caffeine, 2015, s. 4).

Saadakseen maksimihyödyn kofeiinista, urheilijan kannattaa nauttia sitä noin tunti ennen suoritusta. Optimaalinen annos on kolmesta kuuteen milligrammaan suhteutettuna urheilijan jokaiseen painokiloon (3–6 kg/mg). Kofeiinin puoliintumisaika voi olla mitä vain kahden ja puolen tunnin sekä neljän ja puolen tunnin väliltä. Kofeiini voi lisätä veren laktaatti- ja glyserolitasoja sekä parantaa sydämen toimintaa. Vaikka kofeiinin on todettu saavan aikaan useita positiivisia tuloksia, jotka parantavat fyysistä suorituskykyä, voi sen seurauksena myös tulla sivuvaikutuksia. Kofeiinin käytön sivuvaikutuksia voivat olla ahdistuneisuus, hermostuneisuus ja ärtyneisyys. (High Institute of Sport and Physical Education, 2021, s. 1).

Alkoholilla on useita erilaisia vaikutuksia vireystilaan ja yöuneen sekä sen laatuun. Alkoholilla vaikuttaa erityisesti REM-unen pituuteen ja sen alkamiseen. Alkoholilla nauttineella henkilöllä kestää kauemmin päästä REM-unen vaiheeseen (Alcohol Clin Exp Res. 2013). ”Unessa on erilaisia univaiheita: perusunta (non-REM, NREM) ja vilkeunta (rapid eye movements, REM). Perusunta ovat torke (N1), kevyt uni (N2) ja syvä uni (N3). Kesken kevyen tai vilkeunen tapahtuu havahtumisia hereille, jolloin ollaan hetken valveilla, kunnes nukahdetaan uudelleen.” Alkoholilla on vaikutusta tasapainotilaan eli homeostaasiin. Alkoholilla keskeyttää homeostaasin ja aiheuttaa sen myötä unihäiriöitä (Alcohol. 2015). Useat laboratoriot ovat tutkineet alkoholin kerta-annoksen (0,25–1 g/kg) vaikutusta juuri ennen nukkumaanmenoa. Tutkimuksen kohteena olivat terveet aikuiset miehet sekä naiset, jotka eivät käytä alkoholia. Päähavaintojen mukaan alkoholiannoksesta riippumatta, se lyhentää unen alkamisaikaa, vahvistaa unta ja lisää NREM-unen (perusuni) määrää. Alkoholista pidättäytyminen voi johtaa alkoholisteilla vakaviin ja pitkittyneisiin unihäiriöihin. Vuosien ajan jatkuva alkoholinkäyttö saa aikaan muutoksia unen rakenteessa. Tällaisia muutoksia ovat nukahtamisvaikeudet, lyhentynyt yöuni ja unen heikentynyt tehokkuus (Alcohol. 2015).

### **Valon merkitys urheilijoiden suorituskykyyn**

BCL-valaistusjärjestelyyn liittyen ei ole vielä ehditty toteuttaa kovinkaan laajoja tutkimuksia. Valon merkitystä, sen laatua ja ajoitusta on tutkittu urheilijoilla jo aikaisemmin. BCL-valaistusjärjestely on siitä erityinen, että se voidaan asettaa imitoimaan kesäajan normaalia päivävalaistusta. Aikaisempien tutkimusten mukaan erityisellä valaistusjärjestelyllä voi olla positiivinen vaikutus urheilijan suorituskykyyn. Edellä mainitut tutkimukset puoltavat jatkotutkimuksia, sillä aikaisemmin saatu näyttö on vähäistä ja perustuu pieneen otantaan. Vaikka tutkimuksen mukaan valaistusjärjestely ei tuonut merkitsevää eroa maksimaaliseen suorituskykyyn, tuloksissa tarkasteltaessa havaittiin eroa ”end-spurt” -tilastossa.

Tätä voitaisiin suomeksi luonnehtia loppuspurtiksi tai loppukiriksi. Eli vaikka kokonaissuorituksen aikana merkitseviä eroja ei ollut nähtävissä, niin polkupyöräergometritestin viimeisellä osuudella huomattiin, että valaistusjärjestely toi hyötyjä loppuspurttiin (Knaier ym. 2017, 2).

Valoaltistuksen kestolla on huomattu olevan yhteys urheilijan suorituskyvyn parantumiseen. (Knaier ym. 2016, 4). Joukko terveitä 22–28-vuotiaita miehiä oli tutkimuksen kohteena, kun valoaltistuksen keston merkitystä ja vaikutuksia tutkittiin. Koehenkilöt olivat urheilullisia ja koejoukon henkilöt olivat fyysisiltä ominaisuuksiltaan lähellä toisiaan. Koejoukko oli siis homogeeninen. Tutkimus järjestettiin kolmessa osassa. Ensimmäisellä tutkimusjaksolla koehenkilöt suorittivat polkupyöräergometrillä  $VO_2$ max eli maksimihapenotto-kykytestituloksen. Sen jälkeen urheilijoille voitiin asettaa lähtötaso, johon vertailla tulevia testituloksia. Toinen testi suoritettiin tasan viikon kuluttua lähtötasotestistä. Toisella testauskerralla suoritettiin jälleen polkupyöräergometritesti, mutta niin että koehenkilöt altistettiin joko himmeälle valolle (230 luksia) tai kirkkaalle valolle (4420 luksia). Kolmannella testikerralla toistettiin toisen testauskerran menetelmä siten, että kaikki koehenkilöt saatiin testattua samankaltaisesti. Ennen testejä koehenkilöt jaettiin ryhmiin testejä varten ja heidät testattiin satunnaisessa järjestyksessä. Ensimmäisen ryhmän testattavat koehenkilöt altistettiin 120 minuutin valoaltistukselle ennen polkupyöräergometritestiä ja myös koko 40 minuuttia kestäneen testauksen ajan. Toisen ryhmän koehenkilöiden valoaltistus kesti 60 minuuttia ennen polkupyöräergometritestiä, jonka ajan ryhmän henkilöt altistettiin 40 minuutin ajaksi valolle. Kolmannen ryhmän valoaltistus kesti 60 minuuttia ennen testiä, ja testin aikana heitä ei erikseen altistettu mittausjaksojen määrittämällä valoaltistuksella, vaan he suorittivat testin normaaleissa valaistusolosuhteissa (Knaier ym. 2016, 2). Tutkimuksen päälöydös oli, että urheilijan suorituskyky nousi merkittävästi koehenkilöillä, joiden valoaltistus kesti 120 minuuttia ennen testiä ja testin ajan. Sen sijaan koehenkilöt, joiden valoaltistus kesti vain 60 minuuttia tai 60 minuuttia ja testin ajan ei löydetty merkitseviä positiivisia vaikutuksia.

### 3 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää BrainLitin BioCentric Lighting-valaistusjärjestelyn vaikutuksia liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysiseen suorituskyykyyn, koettuun vireystilaan ja koettuun palautumiseen. Tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa siitä, millaisia mahdollisia positiivisia vaikutuksia BCL-valaistusjärjestelyllä voi olla. Tutkimuksen näkökulmana on selvittää välittömiä eli akuutteja vaikutuksia. Lisäksi tavoitteena on pyrkiä löytämään myös mahdollisia pitkäaikaisia BCL-valaistusjärjestelyn vaikutuksia. Näin ollen tutkimusongelmaksi muodostui ”BCL-valaistusjärjestelyn vaikutukset liikunnanohjaajaopiskelijoilla”.

Tutkimuksen tavoitteiden tukemiseksi valittiin kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiivinen menetelmä valikoitui sen perusteella, että haluttiin saada mahdollisimman luotettavaa, tarkkaa ja vertailukelpoista tietoa sekä kontrolli- että koejaksolta. Tutkimuskysymykset ohjasivat tutkimusmenetelmän valintaa. Liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysisen suorituskyykyyn tutkiminen on selkeintä tehdä määrällisenä tutkimuksena, sillä tulokset ovat välittömästi vertailukelpoisia. Koehenkilöt ovat arvioineet koetun vireystilan ja koetun palautumisen itsenäisesti kyselylomakkeiden avulla. Kyseessä on koehenkilöiden subjektiivinen arvio.

Tämän tutkimuksen aineisto koostuu aamu- sekä jaksokyselyn kyselylomakkeiden vastauksista. Kyselylomakkeiden lisäksi koehenkilöitä testattiin useaan kertaan tietyn väliajoin fyysisten suorituskyykyyn testeillä. Tältä osin kyseessä on siis seuranta- eli pitkittäistutkimus. Mittaukset on toistettu useaan kertaan, jotta voidaan selvittää BCL-valoaltistuksen mahdollisia pitkittäisvaikutuksia akuuttien vaikutusten lisäksi.

Tutkimusta tehtäessä täytyy aina olla jokin tutkimusongelma, jota lähdetään selvittämään. Tutkimusongelma ohjaa opinnäytetyöprosessia. Tutkimusongelman luo opinnäytetyölle tarkoituksen ja tutkimuskysymykset johdetaan sen mukaisesti, että saadaan rajattua työlle sopiva viitekehys. Tutkimuksen onnistuminen on kiinni tutkimusongelman sekä tutkimuskysymysten valinnasta.

Tutkimusongelmaksi muodostui ”liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysinen suorituskyyky BCL-valoaltistuksessa ja kofeiinin sekä alkoholin saannin määrä kontrolli- ja koejaksolla”.

Tutkimusongelmasta johdettiin kaksi tutkimuskysymystä ja molemmille yksi alakysymys. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Onko BCL-valaistusjärjestelyllä vaikutusta liikunnanohjaajaopiskelijoiden fyysiseen suorituskyykyyn ja vireystilaan?
  - a. Voidaanko fyysisen suorituskyykyyn testeistä havaita merkitseviä eroja ja koheneko vireystila valaistusaltistuksen seurauksena?
2. Millainen on kofeiinin ja alkoholin käyttö tutkimusjakson aikana?
  - a. Voidaanko kontrolli- ja koejakson välillä havaita merkitseviä eroja, kun vertaillaan kofeiinin ja alkoholin saannin määrää?

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten BrainLitin BioCentric Lighting (BCL) -valaistusjärjestely vaikuttaa liikunnanohjaajien fyysiseen suorituskyykyyn ja millaisia muutoksia tapahtuu nautintoaineiden saannissa kontrolli- ja koejakson välillä. Molemmilla jaksoilla tarkastellaan useita eri muuttujia. Kontrolli- ja koejakson tutkimustuloksia vertaillaan keskenään ja halutaan löytää merkitseviä eroja. Tutkimuksen tavoitteena on löytää konkreettisia ja merkitseviä eroja fyysisten testitulosten perusteella sekä vertailla nautintoaineiden saannin määrän eroja jaksojen välillä. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia olemassa olevaa dataa ja tehdä johtopäätöksiä sen avulla.

BrainLit tarvitsee lisätietoa BioCentric Lighting -valaistusjärjestelyn tuomista hyödyistä erityisesti urheilijoille. Tutkimuksia tarvitaan, sillä BrainLitin valaistusjärjestely on pitkälle kehitetty itsenäinen järjestelmä. Valaistusjärjestelyn hyötyjä halutaan tutkia lisää, jotta voidaan maksimoida urheilijoille saatavat hyödyt palautumisen ja vireystilan näkökulmasta.

## 4 Tutkimuksen menetelmät

### 4.1 Tutkimusryhmän kuvaus

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat Haaga-Helian ammattikorkeakoulun Vierumäen kampuksen liikunnanohjaajaopiskelijat. Tutkimukseen osallistuville henkilöille ei maksettu korvauksia koe- tai kontrollijaksos ajalta ja tutkimukseen osallistuminen perustui täysin vapaaehtoisuuteen. Valitun kohderyhmän populaatio eli perusjoukko käsitti 20–30 liikunnanohjaajaopiskelijaa. Testijaksojen aikana koeryhmä muuttui hieman. Koehenkilöitä oli koejaksolla enemmän kuin kontrollijaksolla. Saaduista tuloksista on poistettu kaikki mahdollisesti virheelliset ja epäluotettavat mittaustulokset. Kohderyhmä koostuu elämäntavoiltaan aktiivisista liikunnanohjaajaopiskelijoista. Koehenkilöiden ikä vaihtelee 18–25 ikävuoden välillä. Kaikilla koehenkilöillä on useamman vuoden tausta fyysisesti aktiivisesta elämäntyylistä. Koehenkilöt oli jo ennalta totutettu testijaksojen intensiivisiä urheilusuorituksia ja fyysisten testien mittauksia varten. Tällä haluttiin lisätä testitulosten luotettavuutta.

### 4.2 Tutkimusasetelma

Tutkimus koostui kahden viikon kontrollijaksosta ja kahden viikon koejaksosta. Molemmat jaksot sijoituivat Suomen normaalin talvipäivien aikaan. Kontrollijakso toteutettiin 19.01.2021-01.02.2021 välisenä aikana. Koejakso toteutettiin välittömästi tämän jälkeen ajanjaksolla 02.02.2021-15.02.2021. Koejakson aikana opiskelijoiden valaistusolosuhteita muutettiin siten, että aamupäivisin he oleskelivat ja harjoittelivat kaksi tuntia Suomen kesäajan päivävalaistusta vastaavissa valaistusolosuhteissa (BCL-valaistusjärjestely).

Kaikki koehenkilöt osallistuivat yksittäisen valoaltistuksen ja valoaltistusjaksojen myötä mittauksiin, joissa mitattiin urheilusuorituskykyä, vireystilaa ja palautumista. Testit suoritettiin aina ennen valoaltistusta ja sen jälkeen. Fyysisen suorituskyvyn mittarit valittiin siten, että koeryhmä oli jo tottunut tekemään kyseisiä harjoitteita opintojen ohella ja myös vapaa-ajalla sekä henkilökohtaisten urheiluharjoitustensa aikana. Ennestään tunnetuilla testeillä oli tarkoitus lisätä testituloksien luotettavuutta. Liikunnanohjaajaopiskelijat opastettiin tekemään vireystilaa ja palautumista mittaavat kyselyt itsenäisesti, ilman ulkopuolisen henkilön puuttumista. Opinnäytetyössä vireystila analysoidaan koettuna vireystilana, sillä tulokset perustuvat liikunnanohjaajaopiskelijoiden subjektiivisiin vastauksiin. Liikunnanohjaajaopiskelijat täyttivät vireystilaa ja palautumista koskevat kyselylomakkeet täysin itsenäisesti ilman ulkopuolisen henkilön puuttumista. Koehenkilöille annettiin lomakkeiden täyttämistä varten tarkka ja kattava ohjeistus.

BrainLit-hanke aloitettiin syksyllä 2020. Valaistusjärjestely saatiin toteutettua Haaga-Heilian ammattikorkeakoulun Vierumäen kampuksella lähellä vuodenvaihdetta 2020–2021. Haluttiin toteuttaa tutkimus, jonka avulla voitaisiin saada lisätietoa BrainLit-valaistusjärjestelyn hyödyistä. Tutkimus aloitettiin tammikuussa 2021. Tutkimusjakso koostui kahdesta eri tutkimusvaiheesta. Ensimmäinen vaihe oli kontrollivaihe, jossa koehenkilöille teetettiin erilaisia fyysisiä harjoitteita ja lisäksi heidän tuli omatoimisesti vastata ennalta määriteltyihin kyselymatriiseihin. Sama kaava ja testimetodit toistettiin myös koejaksolla helmikuun 2021 alussa. Tutkimusjakso sijoittui ajallisesti Suomen normaalin talvipäivänajan aikaan. Kirkasta päivänvaloa testijaksojen aikana oli vain rajallisesti saatavilla. Testiolosuhteet olivat siis valottomasta vuodenaikasta johtuen ihanteelliset BioCentric-valaistusjärjestelyn testaamiselle. Tämän opinnäytetyön kannalta tärkeimmät kysymykset liittyivät harjoitusten kokonaiskeston ja kofeiinin sekä alkoholin kulutuksen määrään.

Tutkimuksessa liikunnanohjaajaopiskelijat ottivat osaa kahteen testijaksoon, jotka olivat pituudeltaan kahden viikon mittaiset. Ensimmäinen testijakso oli kontrollijakso ja se suoritettiin Suomen normaalin talvipäivänajan valaistusolosuhteissa. Toinen testijakso oli koejakso ja se suoritettiin testiolosuhteissa, joissa BCL-valaistuksen avulla imitoitiin Suomen kesäajan valaistusolosuhteita. Valoaltistusta ei kuitenkaan ollut lauantaisin eikä sunnuntaisin koejakson aikana. BCL-valaistuksen avulla koehenkilöille järjestettiin kahden tunnin mittaisia valoaltistuksia aamuisin kello 09:00 – 11:00 välisenä aikana. Kaikki kontrolli- sekä koejakson testauspäivät sijoituivat liikunnanohjaajaopiskelijoiden normaaliin koulurytmiin. Päivät pitivät sisällään normaalia liikunnanohjausopetusta eli käytännön harjoitteita liikuntaan liittyen sekä myös luokassa järjestettäviä teorian oppitunteja. Koulupäivinä tarjottiin standardoitu aamupala kello 07:15 – 07:45 välisenä aikana koulun ruokalassa.

Tutkimuksessa ensimmäinen ja kolme viimeistä päivää (sunnuntai – tiistai) ovat testauspäiviä sekä kontrolli- että koejaksolla. Testauspäivät pitivät sisällään urheilijan vireystilaan liittyviä mittauksia sunnuntai – tiistai -ajanjaksolla (yksi viikonlopun päivä ja kaksi koulupäivää) sekä urheilijan suorituskykyyn liittyviä testauksia tiistaina. Urheilijan vireystilaan liittyvät mittaukset sisälsivät sykkeen mittaamista, kyselymatriisien täyttämistä ja päiväkirjamerkintöjä sunnuntain ja tiistain välisenä aikana. Lisäksi koehenkilöt ottivat itsenäisesti sylkinäytteen kortisoli- ja melatoniinitasojen myöhempää tutkimista varten tiistain aikataulun mukaisesti. Kaikki koehenkilöt oli ohjeistettu sylkinäytteiden mittaamista ja säilömistä varten. Koehenkilöt suorittivat myös sykkeen mittauksen itsenäisesti.

Molempien testijaksojen aikana (kontrolli- sekä koejaksolla) kaikki koehenkilöt ohjeistettiin täyttämään päiväkirjaa joka aamu sekä ilta. Päiväkirjan täyttäminen sisälsi vastaaminen kysymyksiin, jotka liittyivät fyysiseen aktiivisuuteen, uneen, ravitsemukseen vireystilaan, stressiin, sairauksiin ja lääkityksiin. Liite 1. Testipäivien aikana (sunnuntai – tiistai) kaikki

koehenkilöt käyttivät Firstbeatin sykevoitä, jotta saadaan objektiivisia mittauksia koehenkilöiden päivittäisestä fyysisestä aktiivisuudesta ja nukutun yön laadusta. Kaikki koehenkilöt ohjeistettiin käyttämään sykevoitä itsenäisesti. Koehenkilöt opastettiin ottamaan sykevyö pois tarvittaessa. Koehenkilöt suorittivat sylkinäytteiden ottamisen itsenäisesti ohjeistuksien mukaisesti. Kaikki menettelyt liittyen sykkeenseurantaan ja sylkinäytteisiin suoritettiin hyvin tapojen mukaisesti niin, että koehenkilöiden fyysinen koskemattomuus säilyy.

### **Esimerkki koejakson testausviikosta**

Kor-näyte = kortisoli sylkinäytteen ottaminen ja säilöminen itsenäisesti koehenkilön toimesta. Mel-näyte = melatoniini sylkinäytteen ottaminen ja säilöminen itsenäisesti koehenkilön toimesta. HR seuranta = Firstbeat-sykevoien avulla sykkeen monitorointi ja sen raportointi itsenäisesti koehenkilön toimesta.

Sunnuntai (Urheilijan vireystilan mittaukset kyselylomakkeella / viikon päätöspäivä)

7:15 Herääminen ja vakioitu aamupala

8.00 Urheilijan vireystilan mittaukset (kyselylomake)

Päiväkirjamerkinnot (aamu)

Sydämen sykkeen mittaus alkaa

9.00-21:00 Normaali viikonlopun aikataulu

21:00 Päiväkirjamerkinnot (ilta)

Maanantai (Urheilijan vireystilan mittaukset kyselylomakkeella / koulupäivä)

7:15 Herääminen ja vakioitu aamupala

8.00 Urheilijan vireystilan mittaukset (kyselylomake)

Päiväkirjamerkinnot (aamu)

9:00-11:00 Normaalin koulupäivän aikataulu

21:00 Päiväkirjamerkinnot (ilta)

Tiistai (Urheilijan vireystila ja urheilijan suorituskyvyn mittaukset)

6:45 Herääminen

Kor-näyte 1 Heti heräämisen jälkeen

Kor-näyte 2 15min heräämisen jälkeen

Kor-näyte 3 30min heräämisen jälkeen

7:15 Vakioitu aamupala

7:45 Kor-näyte 4 60min heräämisen jälkeen

8.00 Urheilijan vireystilan mittaukset (kyselylomake)

Päiväkirjamerkinnot (aamu)

Urheilijan suorituskyvyn mittaukset (fyysiset testit)

9:00 -11:00 BCL-valoaltistus luokkatilassa ja kuntosalilla

11:00 Kor-näyte 5

Urheilijan suorituskyvyn mittaukset (fyysiset testit)

12:00 Lounas

13:00 -17:00 Normaali koulupäivän aikataulu

17:00 Kor-näyte 6

Päivällinen

18:00 Mel-näyte 1

19:00 Mel-näyte 2

20:00 Mel-näyte 3

21:00 Mel-näyte 4

Päiväkirjamerkinnot (ilta)

22:00 Mel-näyte 5 ... ja näyte uudestaan jokainen tunti ennen nukkumaanmenoa...

Kor-näyte 7 juuri ennen nukkumaanmenoa

### 4.3 Kyselyn ja mittausten sisältö

Kontrolli- ja koejakson aikana koehenkilöt pitivät päiväkirjaa ja vastasivat heille valmiiksi laadittuihin kyselymatriiseihin. Kyselymatriisit pitivät sisällään vireystilaa ja unta koskevia kysymyksiä. Koehenkilöt vastasivat kyselyihin testijaksojen ajan aina aamuisin sekä iltaisin. Testijaksojen päätyttyä pidettiin myös kysely koskien koko testijaksoa. Aamu-, ilta-, sekä jaksokyselyn lisäksi koehenkilöt täyttivät vireystilaa koskevan kyselyn, jonka muuttujia käsitellään myös tässä opinnäytetyössä.

Koehenkilöille järjestettiin sekä kontrolli- että koejaksolla urheilijan suorituskyvyn mittaukset. Nämä mittaukset pitivät sisällään esikevennyshypyn, 20 metrin juoksun, kilometrin juoksun ja reaktioajan mittauksen. Mittaukset järjestettiin Haaga-Helian ammattikorkeakoulun Vierumäen kampuksen alueella. Kaikki testit suoritettiin valvotuissa olosuhteissa ja mittaustuloksia voidaan pitää luotettavana.

### 4.4 Tilastollinen tarkastelu

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista menetelmää. Tuloksista tehty vedos muutettiin Excelistä SPSS-tilastointiohjelmaan tarkempaa analyysiä varten. SPSS-tilastointiohjelman avulla kyettiin hyödyntämään ristiintaulukointia ja khiin neliö -testiä. Kyseisten menetelmien avulla voitiin luoda selkeitä ja ymmärrettäviä kuvaajia.

SPSS-tilasto-ohjelmalla voitiin tehdä tarkempaa analyysiä saadusta datasta ja kuvata saatuja tuloksia graafisessa muodossa. Kofeiinin kulutuksen mittauksessa käytettiin Khiin neliö -testiä sekä ristiintaulukointia kontrolli- ja koejakson ajalta. Khiin neliö -testillä selvitettiin eroavaisuuksia kofeiinin kulutuksessa kontrolli- ja koejakson välillä.

Kaikki tutkimustulokset tallennettiin pseudonyymisti. Tämä tarkoittaa sitä, että koehenkilöitä ei voida tunnistaa tai erottaa testitulosten perusteella ilman lisätietoja. Tulosten salaamisella haluttiin suojata koehenkilöitä ja varmistaa testitulosten objektiivisuus.

## 5 Tutkimustulokset

### 5.1 Fyysisen suorituskyvyn ja vireystilan mittaustulokset

Saaduista tuloksista tehtiin havainnollistavat taulukot Lahden tiedepäiville 18.11.2021. Väiliraportin tuloksien perusteella arvioidaan koehenkilöiden fyysisen suorituskyvyn muutoksia, sekä koettua vireystilaa. Tutkimuksen aikana koehenkilöille toteutettiin fyysisen suorituskyvyn testejä. Testipatteristoon valittiin esikevennyshyppy, 20 metrin juoksutesti, sydämen syke kilometrin juoksun aikana ja reaktioaikaa mittaava testi. Testitulosten perusteella esikevennyshypyssä tapahtui positiivinen muutos ( $P = 0.080$ ) ja tuloksista voitiin havaita merkitsevää eroa kahden tunnin BCL-valoaltistuksen myötä.

Vireystilaa on tutkittu subjektiivisesti. Koehenkilöt ovat omatoimisesti vastanneet kyselymatriisiin, jonka pohjalta on saatu vireystilan muuttujat. Tutkimuksessa haluttiin tietää, millaisia vaikutuksia kahden tunnin BCL-valoaltistuksella on koehenkilöiden fyysiseen suorituskykyyn. Lisäksi haluttiin saada tietoa koehenkilöiden kokemasta vireystilasta.

Taulukko 1. Fyysisen suorituskyvyn mittaustulokset ennen (pre) ja jälkeen (post) 2 h kontrolli -valoaltistuksen (Control) ja 2h BrainLit -valoaltistuksen (BCL). Tästä taulukosta ilmenee tutkimuksen päälöydös. Päälöydös koskee esikevennyshyppyä, jossa löydettiin selkeä merkitsevä ero valoaltistuksen jälkeen ( $P = 0,080$ ).

	Control pre	post	BCL pre	post	Interact (sign.)
CMJ (cm) (n = 13)	36.8 ± 9.4	35.2 ± 7.6	39.1 ± 8.1	39.7 ± 7.6	0,080
20M Sprint time (s) (n= 13)	3.25 ± 0.18	3.24 ± 0.19	3.27 ± 0.18	3.25 ± 0.19	0,919
HR in 1K run (n = 15)	159.7 ± 14.3	159.8 ± 15.2	156.3 ± 14.1	159.7 ± 12.7	0,452
React time (s) (n = 6)	356 ± 37	305 ± 26	326 ± 35	306 ± 25	0,166

Taulukko 2. Uneen ja vireystilaan liittyvät muuttujat (pre) ja jälkeen (post) 2 viikon kontrolli -valoaltistusjakson (Control) ja 2 viikon BrainLit -valoaltistusjakson.

	Kontrolli	BCL-valaistus	Interact (sign.)
Unenlaatuni oli (n = 17)	3.12 $\pm$ 0,781	3.47 $\pm$ 0.717	0,959
Uneni oli virkistävää (n=17)	3.18 $\pm$ 0,951	3.41 $\pm$ 0.712	0,221
Minulla oli ongelmia unen kanssa (n = 17)	2.41 $\pm$ 0,795	2.14 $\pm$ 0.951	0,414
Minulla oli nukahta- misvaikeuksia (n = 17)	1.94 $\pm$ 0,966	1.71 $\pm$ 0.920	0,689
Uneni oli levotonta (n = 17)	2.11 $\pm$ 0,928	2.18 $\pm$ 0.951	0,429
Ponnistelin kovasti päästäkseni uneen (n =17)	1.53 $\pm$ 0,800	1.35 $\pm$ 0.493	0,026
Olin huolissani siitä, että en pystyisi nu- kahtamaan (n = 17)	1.35 $\pm$ 0,493	1.18 $\pm$ 0.393	0,026

Taulukko 3. Virkeystasoon, mielialaan ja olotilaan liittyvät muuttujat (pre) ja jälkeen (post) 2 viikon kontrolli -valoaltistusjakson (Control) ja 2 viikon BrainLit -valoaltistusjakson. Väli-  
raportin perusteella voidaan todeta, että vireystilassa ei löytynyt eroja kahden mittausjak-  
son välillä (P = 0,831. Väli-  
raportin vireystilaa ja palautumista mittaavien muuttujien mu-  
kaan koejaksolla unen laadun ei voida todeta muuttuneen tilastollisesti merkitsevällä ta-  
valla.

	Kontrolli	BCL-valaistus	Interact (sign.)
Mikä kuvastaa tämän päivän virkey- stasoasi parhaiten (kontrollijakso n=176 BCL jakso n=198)	4.45 $\pm$ 2,033	4.35 $\pm$ 2.105	0,831
Mikä kuvastaa tämän päivän mielialaasi parhaiten (kontrollijakso n=176 BCL jakso n=195)	3.41 $\pm$ 0,671	3.44 $\pm$ 0.666	0,221

Oletko tuntenut tänään olosi stressaan-  
tuneeksi (jännittyneeksi, levottomaksi,  
hermostuneeksi tai ahdistuneeksi)  
(kontrollijakso n=174 BCL jakso n=198)

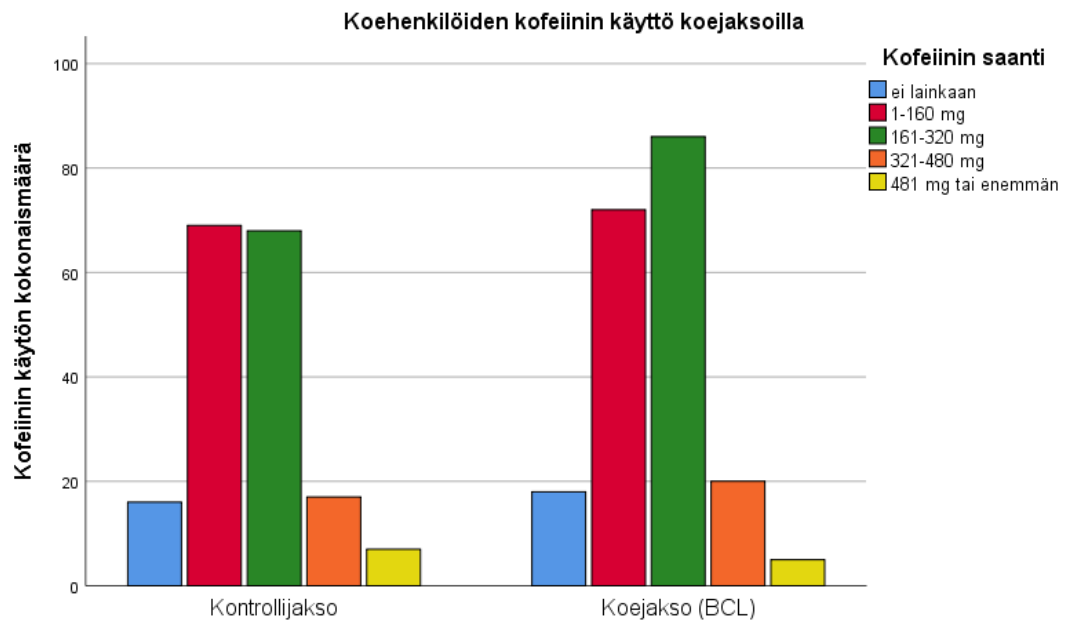
1.88 ±0,848

1.84 ± 0.819

0,833

## 5.2 Kofeiinin käyttö tutkimuksen aikana

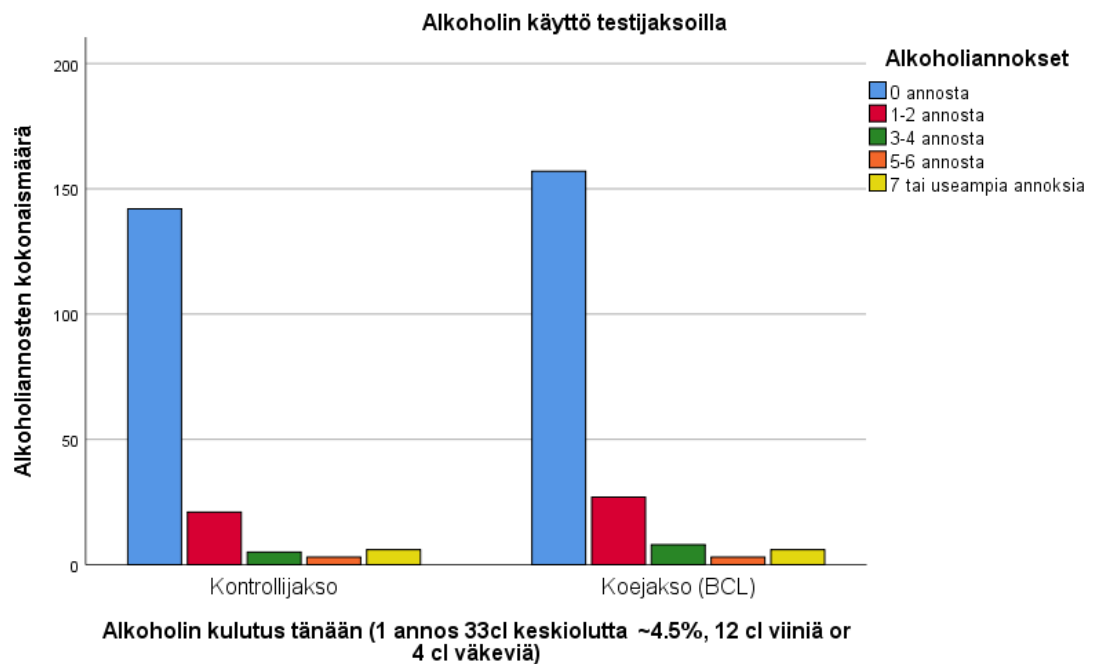
Tutkimuksen tuloksia tarkastellessa huomattiin, että liikunnanohjaajaopiskelijat käyttivät kofeiinia kohtalaisia määriä, niin kontrolli- kuin myös koejaksoilla. Koehenkilöiden välillä oli suuria poikkeavuuksia kofeiinin käytön määrässä. Osa koehenkilöistä saattoi nauttia jopa 300–600 milligrammaa kofeiinia päivässä.



Kuva 2. Kofeiinin käyttö testijaksojen aikana.

Kuvan 2 perusteella voidaan todeta, että kofeiinin käyttö pysyi molempien testijaksojen aikana samankaltaisena. Koehenkilöiden kofeiinin käyttö oli kohtuullista. Tutkimuksen aikana vain muutama henkilö ylitti päivän saantisuosituksen (400 mg/pvä).

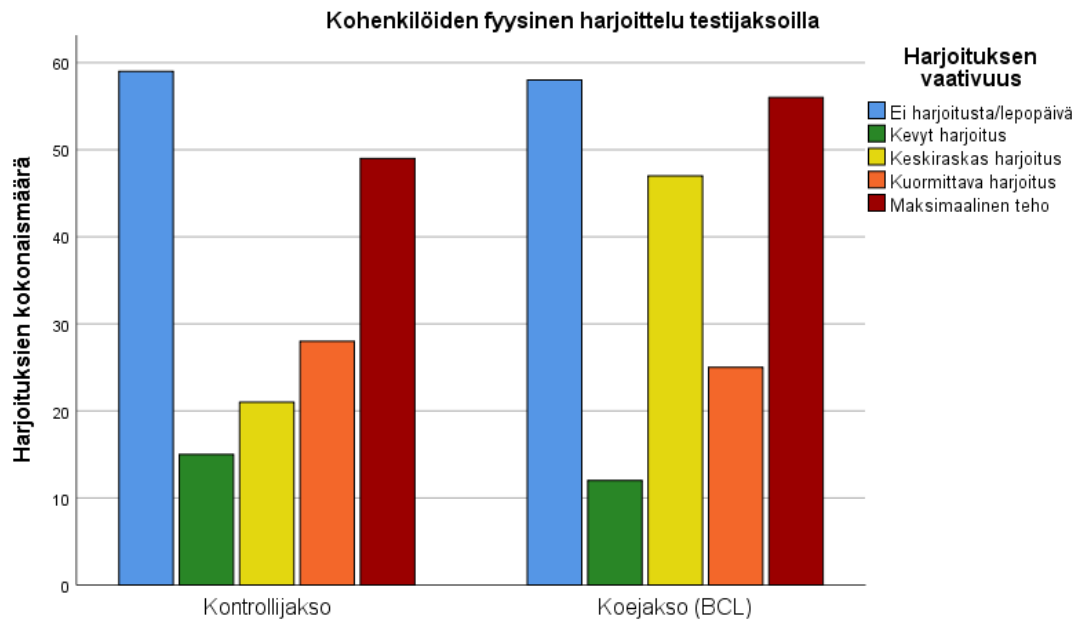
### 5.3 Alkoholin käyttö tutkimuksen aikana



Kuva 3. Alkoholin käyttö testijaksojen aikana.

Kuvassa 3 on mitattu alkoholin kokonaiskäytön määrää sekä kontrolli- että koejakson aikana. Kuvassa näkyy molempien jaksojen yhteenlaskettu alkoholin käyttö. Sen avulla voidaan todeta, että suurin koehenkilöiden testipäivistä on ollut täysin raittiita. Tämän tutkimuksen liikunnanohjaajaopiskelijat käyttävät keskimäärin vain vähän alkoholia, joten sen vaikutus muihin tuloksiin on varmasti ollut tässä tutkimuksessa hyvin pieni.

#### 5.4 Harjoittelun määrä kontrolli- ja koejaksolla



Kuva 4. Harjoittelun määrä ja kokonaiskuorma testijaksojen aikana.

Kuvassa 4 on käytetty rasittavuuden asteikkoa luvuilla 1–5. Asteikon tarkoituksena on havainnollistaa jaksojen välisiä eroja. Kontrolli- ja koejaksolla tarkasteltiin harjoitusten ja treenien kestoja sekä rasittavuuden tasoa. Koehenkilöt ovat subjektiivisesti arvioineet oman rasituksensa tasoa treenin aikana. Suurimmat muutokset kontrolli- ja koejakson välillä voidaan huomata keskiraskaan ja maksimaalisen tehon harjoittelussa. Molempien harjoitusten määrä lisääntyi kontrollijaksolta koejaksolle siirryttäessä.

## 6 Johtopäätökset

Tutkimustuloksissa käytiin läpi kontrolli- sekä koejakson aikaisia eroja kofeiinin, alkoholin ja harjoitusmäärien osalta sekä niihin vaikuttavia tekijöitä. Kun vertailtiin ristiin kontrolli- ja koejakson nautintoaineiden saantia, ei tuloksista voitu tehdä suoria johtopäätöksiä. Tuloksista voitiin silti tehdä tärkeitä havaintoja.

Nautintoaineiden saannissa erityinen huomio voidaan tehdä kofeiinin käytöstä. Kofeiinin käyttö pysyi samankaltaisena molempien testijaksojen ajan. Yleisin kofeiinin saannin määrä koehenkilöillä oli kolme kahvikupillista päivän aikana. Tutkimuksessa kahvikupillinen (2 dl) on laskettu sisältävän 80 mg kofeiinia. Koehenkilöiden keskimääräinen kofeiinin saanti oli siis noin 240 mg päivässä. Kofeiinin kerta-annoksen maksimisuositus on 200 mg, mutta päivän aikana voidaan nauttia jopa 400 mg kofeiinia, ilman että siitä on merkittävää haittaa. Kolmesta neljään kahvikupillista voidaan nauttia huoletta, mutta kaikki sen yli on tutkittu saavan aikaan diureettisia vaikutuksia, eli se voi jo kuivattaa elimistöä. Tähän liittyy vahvasti kofeiinin aikaan saama lisääntyvä virtsaneritys ja aineenvaihdunnan nopeutuminen. Useita annoksia kofeiinia nautittaessa on tärkeää pitää huolta nestetasapainosta.

Tutkimuksen koehenkilöt olivat pääasiassa n. 18–28-vuotiaita urheilullisia liikunnanohjaajaopiskelijoita. Koehenkilöiden joukon voisi kuvitella olevan varsin homogeeninen, mutta todellisuus osoittautui hieman erilaiseksi. Yksittäiset koehenkilöt muuttivat tulosten suuntaa merkittäväällä tavalla, koska kyseessä on pieni otanta. Tutkimustuloksista oli vaikea löytää merkitseviä eroja, mutta fyysisen suorituskyvyn testituloksista löytyi merkitsevä ero ( $P = 0.080$ ). Tämä ero löytyi esikevennyshypyssä ja sen perusteella voidaan todeta, että koejakson valoaltistuksella on ollut positiivinen vaikutus räjähtävyyteen.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että jatkotutkimuksia on syytä tehdä, mutta koehenkilöiden ryhmää kannattaa rajata vielä homogeenisemmäksi. Tulevien koehenkilöiden elämäntapojen ja harjoittelurytmin tulisi olla samankaltainen, jotta saataisiin mahdollisimman luotettavaa dataa.

## 7 Pohdinta

Vertailemalla molempia tutkimusjaksoja oli tarkoitus tehdä positiivisia löydöksiä ja tarkastella BCL-valaistusjärjestelyn tuomia hyötyjä liittyen fyysiseen suorituskykyyn ja vireystilaan, sekä tuottaa vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimus olisi voinut onnistua paremmin. Tutkimuksen tekemistä rajoitti tutkimustulosten kokonaismäärä ja koehenkilöiden määrässä tapahtuneet muutokset kontrolli- ja koejaksoilla välillä sekä riippuen testistä. Osa koehenkilöistä oli loukkaantuneena koejakson aikana, eivätkä he voineet osallistua fyysiseen harjoitteluun normaalilla tavalla. Koehenkilöiden määrä ei pysynyt samana tutkimuksen aikana. Koejaksoilla koehenkilöitä oli enemmän kuin tutkimuksen alkaessa kontrollijaksolla.

Fyysisessä suorituskyvyssä huomattiin positiivinen muutos räjähtävyydessä. Fyysistä suorituskykyä kuvaavista muuttujista nopeassa voimantuotossa (CMJ) näyttäisi tapahtuvan suuntaa antava positiivinen muutos yksittäisen 2h BrainLit -valoaltistuksen myötä (interaktio kontrollialtistuksen ja koealtistuksen välillä ( $P = 0.080$ )). Myös aiemmissa tutkimuksissa on tehty vastaavanlainen löydös. Aiemmassa tutkimuksessa valoaltistuksen yhteyttä tutkittiin liittyen urheilijoiden suorituskykyyn. 120 minuutin, eli kahden tunnin valoaltistuksen jälkeen urheilijoiden suorituskyky parani (Knaier ym. 2017, 2). Tutkimuksen mukaan polkupyöräergometritestin loppuosuudella valoaltistuksen myötä koehenkilöiden tulokset paranivat. Kyseisen tutkimuksen seurauksena on myös ehdotettu mahdollisia jatkotutkimuksia liittyen aihepiiriin. Huippu-urheilussa pienet erot ovat usein ratkaisevia, joten on syytä tutkia tarkemmin valoaltistuksen merkitystä suorituskykyyn ja sen mahdolliseen parantumiseen.

Opinnäytetyöhön liittyvää tietoa aikaisempia tutkimuksia on tehty vain muutamia. Valaistusjärjestelyjen ja valoaltistusten merkitystä ja hyötyjä liittyen urheilijoiden suorituskykyyn ja vireystilaan sekä palautumiseen on saatavilla heikosti. Tutkimukset ovat pääasiassa englanniksi, mutta aikaisemmat tutkimustulokset puoltavat mahdollisien lisätutkimuksien tekemistä (Knaier ym. 2017, 2).

Alkoholin käytön suhteen koehenkilöiden väliset erot olivat huomattavat. Osa ei käyttänyt alkoholia tutkimusjakson aikana lainkaan. Hajonta oli todella suurta. Kuvasta 3 voidaan todeta, että jaksosten aikana alkoholin käyttö pysyi samankaltaisena ja että suurin osa koehenkilöistä ei nauttinut lainkaan alkoholia koejaksojen aikana.

Tutkimuksen mukaan merkittäviä eroja ei löydetty nautintoaineiden käytössä, kun kontrolli- ja koejaksoa vertailtiin toisiinsa. Tässä tutkimuksessa nautintoaineiden käyttöä tarkasteltiin, jotta selviäisi onko sillä vaikutusta vireystilaan tai sen muutoksiin. Kontrolli- sekä

koejaksolla sekä alkoholin että kofeiinin nauttiminen pysyi koehenkilöillä samankaltaisena. Merkittäviä muutoksia kontrolli- ja koejakson välillä ei ollut. Kofeiinin käyttö koehenkilöillä pysyi keksimäärin alle aikuisen maksimisuositusrajan eli 400 mg. Muutamalla koehenkilöllä yksittäisiä ylityksiä tuli, mutta ei kuitenkaan mitään hälyttävää. Alkoholin käyttö kontrolli- ja koejakson aikana oli varsin vähäistä. Suuri osa koehenkilöistä ei nauttinut alkoholia testijaksojen aikana lainkaan.

Harjoittelussa tapahtui lieviä muutoksia tutkimusjakson aikana. Kontrollijaksoon verrattuna koejaksolla harjoittelun määrä kasvoi ja suurin muutos tapahtui keskiraskaiden harjoitusten lisääntyessä.

Mikäli on mahdollista saada urheilijalle välitöntä hyötyä akuutissa vasteessa valoaltistuksen myötä, asiaa kannattaa tutkia lisää. Akuutin vasteen tutkimusten lisäksi on myös syytä tutkia pitempiaikaisen vasteen vaikutusta valoaltistuksessa. Jatkotutkimuksia tehtäessä on tärkeää löytää riittävän homogeeninen joukko ja kontrolloida koehenkilöiden koe-ympäristöä niin, että koehenkilöiden tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia keskenään.

## Lähteet

Alcohol. 2015 Jun;49(4):299–310. Luettavissa: doi: 10.1016/j.alcohol.2014.07.019. Epub 2014 Nov 11. Luettu 30.05.2022.

BrainLit Ltd. (2021a) BioCentric Lighting urheilussa. Luettavissa: <https://www.brainlit.com/segments/sports/>. Luettu: 9.10.2021.

BrainLit Ltd. (2021b) BrainLit yrityksenä. Luettavissa: <https://www.brainlit.com/about-us/>. Luettu: 18.10.2021.

Fisk AS., Tam SKE., Brown LA., Vyazovskiy VV., Bannerman DM. and Peirson SN. Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. Luettavissa: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2018.00056/full>. Luettu 16.5.2022.

High Institute of Sport and Physical Education, Sfax University, Tunisia. Pharmacology, Biochemistry and Behavior. Luettavissa: <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2021.173219>. Luettu 16.5.2022.

Kajaste, S. & Markkula, J. 2011. Hyvää yötä – Apua univaikeuksiin. Kirjapaja. Helsinki.

Knaier, R., Meister, S., Aeschbacher, T., Gemperle, D., Rossmeissl, A., Cajochen, C. and Schmidt-Trucksäss, A. (2016), Light exposure and cycling performance. *Scand J Med Sci Sports*, 26: 794-801. Luettavissa: <https://doi.org/10.1111/sms.12535>. Luettu 17.5.2022.

Knaier R, Schäfer J, Rossmeissl A, Klenk C, Hanssen H, Höchsmann C, Cajochen C and Schmidt-Trucksäss A (2017) Prime Time Light Exposures Do Not Seem to Improve Maximal Physical Performance in Male Elite Athletes, but Enhance End-Spurt Performance. Luettavissa: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2017.00264>. Luettu: 11.10.2021.

Postolache, TT. & Oren, DA. 2005. Circadian phase shifting, alerting, and antidepressant effects of bright light treatment. *Clinics in Sports Medicine*, 24, 2, s. 381-413.

Ruokavirasto 2018. Kofeiinin määrä juomissa ja suklaassa. Luettavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikeryhmat/energiajuomat/kofeiinikuva\\_2018\\_fi.jpg](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikeryhmat/energiajuomat/kofeiinikuva_2018_fi.jpg). Luettu 30.5.2022.

Scientific Opinion on the safety of caffeine. (2015). *EFSA Journal*, 13(5).

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4102>. Luettu 10.1.2022.

## Liitteet

### Liite 1. Väliraportti

#### VÄLIRAPORTTI BRAINLIT – VIERUMÄKI TUTKIMUSHANKKEESTA

##### Tutkimuksen tarkoitus

Tarkoituksena oli selvittää normaalia suomalaista kesäajan päivä- ja iltavalaistusta vastaavan keinotekoisen valaistuksen (Brainlit Ltd) vaikutusta urheilusuorituskykyyn ja urheilijan vireystilaan ja palautumiseen (athletic readiness).

Vireystilalla tarkoitettiin tutkimuksessa osallistujan henkistä ja fyysistä aktiivisuusvalmiutta, kun taas palautumisella tarkoitettiin elimistön rauhoittumista, tehokkaampaa valmistautumista uneen ja parempaa unen laatua. Sekä vireystilaa että palautumista voidaan tarkastella osittain samoilla mittareilla, kuten stressitaso, syketiheyden, päiväaikaisen vireyden ja väsymyksen kautta. Vireystila ja palautuminen määritettiin tutkimuksessa 1) subjektiivisesti itseraportoidun päiväaikaisen väsymyksen tuntemuksen, unen laadun ja koetun stressin perusteella sekä 2) objektiivisesti stressitasoa määrittävien kortisolinäytteiden, syketiheyden ja yksilöllisestä vuorokausirytmistä kertovien melatoniininäytteiden perusteella. Palautumisessa stressitaso laskee, syke tasaantuu, keho valmistautuu uneen mm. melatoniinierityksen nousun kautta. Tehokkaaseen palautumiseen kuuluu myös hyvä unenlaatu, riittävä unen määrä sekä sen ajoittuminen yksilöllisen vuorokausirytmien mukaisesti. Nämä asiat edistävät myös hyvää vireystasoa, jolloin päiväaikainen väsymyksen tunne olisi vähäistä, mieliala kohentunut ja yleinen stressitaso matalahkoa lepotilassa tai kevyessä liikunnassa.

##### Tutkimusmenetelmistä

Tutkimuksen koehenkilöinä toimivat Haaga-Helia amk:n Vierumäen yksikön liikunnanohjaajaopiskelijat. Tutkimus koostui 2 viikon kontrollijaksosta ja 2 viikon koejaksosta. Koejakson aikana valistusolosuhteet olivat normaalit Suomen talviajan valaistusolosuhteet. Koejakson aikana opiskelijoiden valistusolosuhteita muutettiin siten, että aamupäivisin he oleskelivat ja harjoittelivat 2 tuntia Suomen kesäajan päivävalaistusta vastaavissa valaistusolosuhteissa.

Ennen ja jälkeen yksittäisen valoaltistuksen ja valoaltisjaksojen kaikki koehenkilöt osallistuivat mittauksiin, joissa mitattiin urheilusuorituskykyä ja valikoituja vireystilaa ja palautumista kuvastavia parametrejä. Kaikki fyysisen suorituskyvyn mittaukset olivat koehenkilöille sellaisia, joita he ovat tottuneet tekemään opintojen ja urheiluharjoittelunsa aikana useita kertoja. Opiskelijat ja urheilijat opastettiin tekemään kaikki vireystilaan ja palautumiseen liittyvät mittaukset itsenäisesti, ilman ulkopuolisen henkilön puuttumista.

## Alustavia tuloksia

## Fyysinen suorituskyky

Fyysisen suorituskykyä kuvaavista muuttujista nopeassa voimantuotossa (CMJ) näyttäisi tapahtuvan suuntaa antava positiivinen muutos yksittäisen 2h Brainlit -valoaltistuksen myötä (interaktio kontrollialtistuksen ja koealtistuksen välillä  $P = 0.080$ ), taulukko 1. Muissa fyysisen suorituskyvyn mittaustuloksissa ei näyttäisi tapahtuvan erialisia muutoksia koe ja kontrollialtistusten välillä.

Taulukko 1. Fyysisen suorituskyvyn mittaustulokset ennen (pre) ja jälkeen (post) 2h kontrolli -valoaltistuksen (Control) ja 2h Brainlit -valoaltistuksen (BCL)

	Control pre	post	BCL pre	post	Interact (sign.)
CMJ (cm) (n = 13)	36.8 ± 9.4	35.2 ± 7.6	39.1 ± 8.1	39.7 ± 7.6	0,080
20M Sprint time (s) (n= 13)	3.25 ± 0.18	3.24 ± 0.19	3.27 ± 0.18	3.25 ± 0.19	0,919
HR in 1K run (n = 15)	159.7 ± 14.3	159.8 ± 15.2	156.3 ± 14.1	159.7 ± 12.7	0,452
React time (s) (n = 6)	356 ± 37	305 ± 26	326 ± 35	306 ± 25	0,166

Taulukko 2. Fyysisen suorituskyvyn mittaustulokset ennen (pre) ja jälkeen (post) 2 viikon kontrolli -valoaltistusjakson (Control) ja 2 viikon Brainlit -valoaltistusjakson

	Control pre	post	BCL pre	post	Interact (sign.)
CMJ (cm) (n = 16)	36.5 ± 8.6	38.5 ± 7.5**	38.5 ± 7.5	39.4 ± 7.7*	0,107
Sprint time (s) (n= 12)	3.23 ± 0.17	3.27 ± 0.18	3.27 ± 0.18	3.29 ± 0.21	0,529
HR in 1K run (n = 15)	159.7 ± 14.3	157.6 ± 13.4	156.3 ± 14.1	154.8 ± 14.5	0,394
React time (s) (n = 6)	356 ± 37	326 ± 35	326 ± 35	333 ± 31	0,208

## Vireystila ja palautuminen

Vireystilaa selvitettiin useilla erilaisilla kyselyillä ja unen laatua mm. PSQI kyselyllä (Taulukko3). Koe ja kontrolliryhmän välillä joissakin muuttujissa oli keskiarvojen välillä tilastollisia eroja.

	Kontrolli	BCL-valaistus	Interact (sign.)
Unenlaatuni oli (n = 17)	3.12 ±0,781	3.47 ± 0.717	0,959
Uneni oli virkistäväää (N=17)	3.18 ±0,951	3.41 ± 0.712	0,221
Minulla oli ongelmia unen kanssa (n = 17)	2.41 ±0,795	2.14 ± 0.951	0,414
Minulla oli nukahtamisvaikeuksia (n = 17)	1.94 ±0,966	1.71 ± 0.920	0,689
Uneni oli levotonta (n = 17)	2.11 ±0,928	2.18 ± 0.951	0,429
Ponnistelin kovasti päästäkseni uneen (N=17)	1.53 ±0,800	1.35 ± 0.493	0,026
Olin huolissani siitä, että en pystyisi nukahtamaan (n = 17)	1.35 ±0,493	1.18 ± 0.393	0,026

Päivittäiskyselyssä selvitettiin illalla muun muassa kyseisen päivän vireystasoa. Koe- ja kontrollimittausten välillä ei havaittu eroa vireystasossa (Taulukko 4.)

	Kontrolli	BCL-valaistus	Interact (sign.)
Mikä kuvastaa tämän päivän virkeystasoasi parhaiten (kontrollijakso n = 176 BCL jakso n=198)	4.45 ±2,033	4.35 ± 2.105	0,831
Mikä kuvastaa tämän päivän mielialaasi parhaiten (kontrollijakso n = 176 BCL jakso n=195)	3.41 ±0,671	3.44 ± 0.666	0,221
Oletko tuntenut tänään olisi stressaantuneeksi (jännittyneeksi, levottomaksi, hermostuneeksi tai ahdistuneeksi) (kontrollijakso n = 174 BCL jakso n=198)	1.88 ±0,848	1.84 ± 0.819	0,833